

Docket No.: MUH-11618



0360
0420
8 / Priority
Doc.
E. Willis
12-5-01

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on the date indicated below.

By: Markus Nollf Date: August 23, 2001

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Udo Hartmann
Applic. No. : 09/915,984
Filed : July 25, 2001
Title : Apparatus for Testing Semiconductor Devices

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 10036177.3, filed July 25, 2000.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Markus Nollf
For Applicant

MARKUS NOLFF
REG. NO. 37,006

Date: August 23, 2001

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf

11618



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 36 177.3

Anmeldetag: 25. Juli 2000

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zum Testen von Halbleitereinrichtungen

IPC: H 01 L, G 11 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Juli 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Jerofsky

Beschreibung

Vorrichtung zum Testen von Halbleitereinrichtungen

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Testen von Halbleitereinrichtungen, um aus diesen fehlerhafte Halbleitereinrichtungen aufzufinden, bei denen der Abstand zwischen Valenzband und Leitungsband einen gegenüber fehlerfreien Halbleitereinrichtungen niedrigeren Wert hat.

10

Halbleitereinrichtungen, wie insbesondere flüchtige und nicht-flüchtige Speicherchips, werden derzeit auf Waferenebene getestet, um fehlerhafte Halbleitereinrichtungen, wie beispielsweise Speicherzellentransistoren mit sogenannten weichen Fehlern aufzufinden. Bei diesen weichen Fehlern kann es sich um zu hohe Leckströme, zu niedrige Einsatzspannungen usw. der Halbleitereinrichtungen handeln.

15

Als ein Beispiel von Halbleitereinrichtungen werden bisher Speicherchips auf Waferenebene getestet, in denen diese Störzyklen bei erhöhter Temperatur unterworfen werden: zunächst werden die Speicherchips beschrieben. Sodann wird die Temperatur der Speicherchips erhöht. Schließlich folgt ein Auslesen der Speicherchips bei dieser erhöhten Temperatur.

20

Bei diesem Vorgehen bedingt die Temperaturerhöhung eine Erhöhung der Leckströme und somit einen Rückgang der Retentionszeit der Speicherchips, um aus diesen solche Speicherchips aussondern zu können, die sich infolge dieser „Alterungsbehandlung“ als fehlerhaft erwiesen haben.

25

30

Nachteilhaft an dem obigen Vorgehen sind die relativ langen Wartezeiten, die zur Änderung der Temperatur der Halbleiterchips eingehalten werden müssen. Diese langen Wartezeiten bedingen ihrerseits lange Testzeiten, so dass das Testprogramm insgesamt aufwendig ist. Außerdem ist zu bedenken, dass verschiedene Halbleitereinrichtungen für das Testen unterschied-

35

liche Temperaturbereiche erfordern, was wiederum verschiedene Ausrüstungen für die entsprechenden Testvorrichtungen notwendig macht.

- 5 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Testen von Halbleitereinrichtungen anzugeben, bei der kein Warten auf Temperaturänderungen erforderlich ist, so dass lange Wartezeiten vermieden werden können, und bei der außerdem keine aufwendigen Änderungen der Ausrüstung
10 bei einem Testen unterschiedlicher Halbleitereinrichtungen anzubringen sind.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch eine durchstimbare Lichtquelle
15 gelöst, die auf die Halbleitereinrichtung Licht jeweils einer bestimmten Wellenlänge und bestimmten Intensität für eine jeweils vorgegebene Zeit zu werfen vermag, so dass bei Bestrahlung der Halbleitereinrichtungen mit diesem Licht Elektronen aus Valenzbändern mit zu geringem Abstand zum Leitungsband in
20 das jeweilige Leitungsband überführbar sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung verwendet so anstelle von Temperaturänderungen zum Auffinden von Speicherzellen mit erhöhtem Leckstrompotential bei deren Test die Einwirkung von
25 Strahlungsenergie, die von einer durchstimbaren Lichtquelle abgegeben ist. Durch die Wellenlänge des von der Lichtquelle abgestrahlten Lichtes kann direkt die Energie eingestellt werden, welche ein Elektron bei der Halbleitereinrichtung erhalten muss, um aus dem Valenzband in das bei fehlerhaften
30 Halbleitereinrichtungen zu niedrige Leitungsband zu gelangen. Da dieses Springen der Elektronen aus dem Valenzband in das Leitungsband praktisch momentan erfolgt, entfallen lange Wartezeiten, welche bei Temperaturänderungen zwangsläufig auftreten. Weiterhin ist infolge der Verwendung der durchstimbaren Lichtquelle keine Änderung oder Auswechslung der Ausrüstung
35 erforderlich, da die von der Lichtquelle abgestrahlte Energie bzw. die Wellenlänge des von der Lichtquelle abgege-

benen Lichtes ohne weiteres an den bei „schlechten“ Halbleitereinrichtungen zu niedrigen Abstand zwischen Valenzband und Leitungsband angepasst werden kann.

- 5 Beträgt die benötigte Energie E für die Überführung eines Elektrons aus dem Valenzband in das bei „schlechten“ Halbleitereinrichtungen zu niedrige Leitungsband beispielsweise 2,5 eV, so ergibt sich mithilfe der bekannten Gleichungen $E = h f$ und $c = \lambda f$ (h = Planck'sche Konstante; f = Frequenz des eingestrahlten Lichtes; c = Lichtgeschwindigkeit) für die Wellenlänge λ ein Wert von 497 nm.

Wesentlich an der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist somit die Erzeugung einer Störgröße durch das Bestrahlen der Halbleitereinrichtungen mit einer Lichtquelle, deren Farbtemperatur
15 stufenlos regelbar ist. Mit anderen Worten, es wird eine Lichtquelle verwendet, bei der die Wellenlänge des abgestrahlten Lichtes voreinstellbar ist. Damit kann direkt die Energie eingestellt werden, die auf die Halbleitereinrichtungen einwirkt, so dass ohne weiteres Elektronen aus dem Valenzband dieser Halbleitereinrichtungen in gegebenenfalls ein
20 zu niedriges Leitungsband gebracht werden können.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist so eine durchstimmbare Lichtquelle vorgesehen, die gegebenenfalls in einen Waferprober eingebaut sein kann, welcher die Halbleitereinrichtung einem Testzyklus unterwirft. In diesem Waferprober können die Halbleitereinrichtungen, also insbesondere ein Wafer, unter der Lichtquelle justiert werden. Ebenso ist es aber
30 auch möglich, die Lichtquelle über dem Wafer zu justieren. Wichtig ist dabei lediglich, dass die Lichtquelle genau in Bezug auf die Halbleitereinrichtungen, im vorliegenden Beispiel also in Bezug auf den Wafer, justiert werden kann.

35 Anstelle einer Lichtquelle können gegebenenfalls auch Lichtwellenleiter verwendet werden, welche Licht von einer ent-

fernten abstimmbaren Lichtquelle gezielt auf die Halbleitereinrichtungen zu führen vermögen.

Die Lichtquelle selbst kann beispielsweise über eine übliche Schnittstelle ansteuerbar sein, so dass sie die Lichteinstrahlung auf die Halbleitereinrichtungen gezielt vornehmen kann.

Bei einem Test werden beispielsweise Speicherzellen in einem Wafer auf herkömmliche Weise beschrieben. Sodann wird der Waferprober angesteuert, um den Wafer unterhalb der Lichtquelle des Waferprobers zu positionieren. An die Lichtquelle wird anschließend Information bezüglich einer gewünschten Wellenlänge von einem Testprogramm aus abgegeben. Diese gewünschte Wellenlänge entspricht dabei einem zu niedrigen Abstand zwischen Valenzband und Leitungsband der Speicherzellen. Sodann wird die Lichtquelle, abhängig vom Testprogramm, ein- und ausgeschaltet. Der Waferprober wird anschließend angesteuert, damit er in eine Testposition fährt, in welcher die von der Lichtquelle bestrahlten Speicherzellen überprüft werden können. Bei diesem Testen werden sodann die fehlerhaften Speicherzellen ermittelt, in welchen infolge eines zu niedrigen Abstandes zwischen Valenzband und Leitungsband durch das Bestrahlen mit der Lichtquelle Elektronen in das Leitungsband überführt wurden.

Bei dem obigen Testvorgang muss - abhängig von dem jeweils getesteten Halbleitereinrichtungen - sichergestellt sein, dass eine gegebenenfalls benötigte Spannungsversorgung oder Ansteuerung durch Signale, wie beispielsweise Refresh-Signale bei DRAMs, nicht unterbrochen werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in einem schematischen Diagramm die Abhängigkeit der Wellenlänge λ in nm von Licht in Abhängigkeit von der Energie dieses Lichtes in eV und

5 Fig. 2 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 1 zeigt schematisch die Abhängigkeit der Wellenlänge λ von der Energie E bei Licht, das heißt die Funktion $\lambda = f$
10 (E). Wie aus dieser Figur zu ersehen ist, entspricht beispielsweise eine Energie von 2,5 eV einer Wellenlänge λ von 497 nm.

Unter Berücksichtigung des in Fig. 1 schematisch gezeigten
15 Zusammenhanges zwischen der Energie E und der Wellenlänge λ von Licht kann die Wellenlänge des Lichtes ausgewählt werden, welches von einer Lichtquelle abgestrahlt werden soll. Ist beispielsweise der „normale“ Abstand zwischen dem Valenzband und dem Leitungsband einer Halbleitereinrichtung durch etwa
20 2,7 eV gegeben, so bedeutet eine Energie von 2,5 eV einen zu geringen Abstand zwischen diesen Bändern. Fehlerhafte Halbleitereinrichtungen können also ausgesondert werden, indem diese mit Licht mit einer Energie von 2,5 eV bestrahlt werden, da durch Einstrahlung von Licht mit dieser Energie ein
25 Übergang von Elektronen zwischen dem Valenzband und dem zu niedrigen Leitungsband hervorgerufen wird.

Fig. 2 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung: in einem Waferprober 1 befindet sich auf einem Justiertisch 2
30 ein Siliziumwafer 3 mit einer Vielzahl von Speicherchips. Der Siliziumwafer 3 wird durch eine Lichtquelle 4 bestrahlt, die in dem Waferprober 1 angeordnet ist. Mithilfe des Justiertisches 2 kann die relative Lage zwischen dem Siliziumwafer 3 und der Lichtquelle 4 eingestellt werden.

35

Die Lichtquelle 4 ist abstimmbar, so dass sie Licht einer gewünschten Wellenlänge λ und einer gewünschten Intensität I

für eine vorgegebene Zeit T abgeben kann. Hierzu sind in einer mit dem Waferprober 1 verbundenen Steuereinheit 5 Stell-einheiten 6 vorgesehen, mit deren Hilfe die Wellenlänge λ und die Intensität I des von der Lichtquelle 4 abgestrahlten Lichtes sowie die Zeitdauer T dieser Abstrahlung eingestellt werden können.

Eine Spannungsversorgung 7 dient dazu, gegebenenfalls notwendige Versorgungsspannungen für den Siliziumwafer 3 bzw. dessen Speicherchips während eines Testlaufes in dem Waferprober 1 aufrecht zu erhalten.

Während die Wellenlänge λ die Energie E des von der Lichtquelle 4 auf den Siliziumwafer 3 eingestrahlten Lichtes festlegt, wird durch die Intensität I die Stärke des Lichtstromes und damit die Anzahl der gegebenenfalls in ein anderes Band zu transportierenden Elektronen festgelegt. Die Zeitdauer T , während der der Siliziumwafer 3 von der Lichtquelle 4 bestrahlt wird, kann sehr kurz im ms-Bereich gewählt werden, da der Bandübergang der Elektronen praktisch momentan erfolgt. Mit anderen Worten, lange Wartezeiten brauchen bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht eingehalten zu werden.

Anstelle des Siliziumwafers 3 kann selbstverständlich auch eine andere Halbleitereinrichtung getestet werden. Diese kann aus jedem geeigneten Halbleitermaterial, wie beispielsweise SiC, AlGaAs , Ge usw. bestehen.

In dem Waferprober 1 können noch andere Tests des Wafers 3 vorgenommen werden. Das heißt, die Lichtquelle 4 kann ohne weiteres zusätzlich in einen bestehenden Waferprober eingebaut und mit einer entsprechenden Steuereinheit 5 verbunden werden.

In einem Testlauf werden, wenn der Siliziumwafer 3 aus Speicherchips besteht, zunächst die Speicherzellen dieses Siliziumwafers 3 in üblicher Weise beschrieben. Nach Justieren der

Lichtquelle über dem Siliziumwafer 3 und Einstellen der
Stelleinheiten 6 auf die gewünschte Wellenlänge λ und Inten-
sität I werden die Speicherchips des Siliziumwafers 3 mit
Licht von der Lichtquelle 4 bestrahlt. Hierzu wird die Licht-
5 quelle 4 entsprechend einem Testprogramm ein- und ausgeschal-
tet. Durch diese Bestrahlung erfolgt in „schlechten“ Spei-
cherzellen ein Übergang von Elektronen aus dem Valenzband in
das Leitungsband. Diese „schlechten“ Speicherzellen, in denen
die Elektronen aus dem Valenzband in das Leitungsband gelangt
10 sind, können sodann ausgesondert werden, da sie die gespei-
cherte Information nicht in gleicher Weise wie die „guten“
Speicherzellen zu halten vermögen.

Auf diese Weise kann in kurzer Zeit ein zuverlässiger Test
15 der Speicherzellen auf Waferebene ohne lange Wartezeiten aus-
geführt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Testen von Halbleitereinrichtungen (3),
um aus diesen fehlerhafte Halbleitereinrichtungen aufzufin-
5 den, bei denen der Abstand zwischen Valenzband und Leitungs-
band einen gegenüber fehlerfreien Halbleitereinrichtungen
niedrigeren Wert hat,
gekennzeichnet durch
eine durchstimbare Lichtquelle (4), die auf die Halblei-
10 tereinrichtungen (3) Licht jeweils einer bestimmten Wellen-
länge (λ) und bestimmten Intensität (I) für eine jeweils vor-
gegebene Zeit (T) zu werfen vermag, so dass bei Bestrahlung
der Halbleitereinrichtungen (3) mit diesem Licht Elektronen
aus dem Valenzband mit zu geringem Abstand zum Leitungsband
15 in das jeweilige Leitungsband überführbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Halbleitereinrichtungen (3) Speicherchips auf Wa-
20 ferebene sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Frequenz (f) des von der Lichtquelle (4) abgestrahl-
25 ten Lichtes stufenlos regelbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lichtquelle (4) in einen Waferprober (1) eingebaut
30 ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Halbleitereinrichtungen (3) in Bezug auf die Licht-
35 quelle (4) justierbar sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Lichtquelle (4) aus Enden von Lichtfasern gebildet
ist.

- 5 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Halbleitereinrichtungen (3) Speicherchips mit be-
schriebenen Speicherzellen sind.
- 10 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Spannungsversorgung (7) für die Halbleitereinrich-
tungen (3) während des Testens aufrecht erhalten ist.

Zusammenfassung

Vorrichtung zum Testen von Halbleitereinrichtungen

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Testen von Halbleitereinrichtungen, insbesondere Speicherchips (3), auf Waferenebene, bei der eine abstimmbare Lichtquelle (4) Energie auf die Halbleitereinrichtungen (3) einstrahlt, so dass in „schlechten“ Speicherzellen ein Übergang aus dem Valenzband
- 10 in das Leitungsband erfolgt und damit die „schlechten“ Halbleitereinrichtungen (3) ausgesondert werden können.

(Fig. 2)

1/1

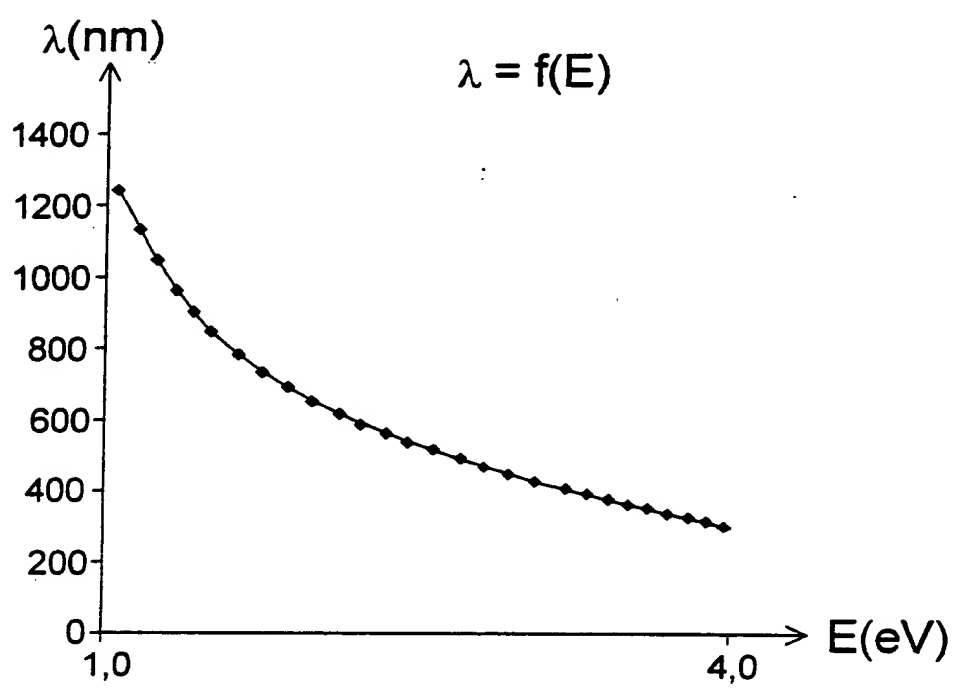


Fig. 1

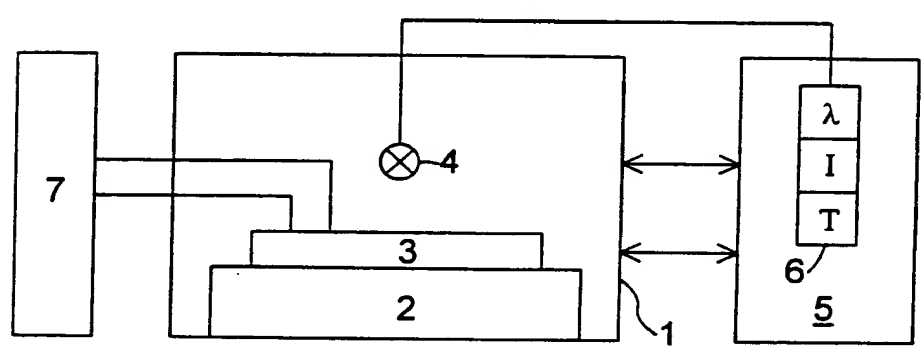


Fig. 2